

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**  
**З ДИСЦИПЛІНИ**

# ***Функціональна логістика***

*(для студентів 3, 4 курсів денної і 3 курсу заочної форм навчання  
за напрямом підготовки 6.030601 «Менеджмент»  
спеціальності «Логістика»)*

Методичні вказівки до самостійної роботи та проведення практичних занять з дисципліни «Функціональна логістика» (для студентів 3, 4 курсів денної і 3 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.030601 «Менеджмент» спеціальності «Логістика») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Є. І. Куш. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 28 с.

Укладач: Є. І. Куш

Рецензент: зав. кафедри транспортних систем і логістики Харківської національної академії міського господарства, професор,  
д.т.н. В. К. Доля

Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,  
протокол № 1 від 29 серпня 2011 р.

## МЕТА І ЗАВДАННЯ МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

Методичні вказівки розроблені з метою засвоєння теоретичного матеріалу й отримання навичок вирішення завдань з управління матеріальними потоками на практичних заняттях. Вони створені для студентів спеціальності «Логістика».

Практичні завдання включають теми відповідно до робочої програми дисципліни. Після виконання всіх завдань проводиться підсумкове заняття, на якому студенти індивідуально захищають свою роботу.

При підготовці до виконання завдань до кожної теми студенти повинні самостійно вивчити рекомендовані джерела й відповісти на контрольні запитання. На аудиторних заняттях контролюється підготовленість студентів до виконання завдань, розбирається методика виконання останніх і проводяться практичні розрахунки. Завдання виконують індивідуально за варіантами, які визначаються викладачем за списком групи або номером залікової книжки.

Звіт про виконання завдань із кожної теми повинен містити мету роботи, номер варіанта, вихідні дані, необхідні розрахунки й висновки. Підсумковий звіт із практичних занять оформлюється відповідно до вимог державного стандарту до оформлення проектно-конструкторської документації на аркушах формату А4 і включає титульну сторінку, звіти до кожної з тем, список джерел і висновки.

### ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. РОЗРОБКА РОЗВІЗНИХ МАРШРУТІВ ІЗ ОПТИМАЛЬНОЮ КІЛЬКІСТЮ ПУНКТІВ ЗАВОЗУ

**Мета роботи** – розробка розвізних маршрутів із оптимальною кількістю пунктів заводу з урахуванням сумарних витрат на перевезення.

#### **Завдання:**

1. Побудувати транспортну мережу за координатами, заданими в індивідуальному завданні.
2. Розрахувати найкоротші відстані між елементами транспортної мережі.
3. Визначити оптимальну кількість пунктів заводу на розвізному маршруті.
4. Зробити висновки за результатами виконання завдання.

#### **Вказівки до виконання**

За координатами, заданими в індивідуальному завданні, нанести номери пунктів вантажовідправників, вантажоодержувачів і транспортних вузлів. Пункти нумерують послідовно, починаючи з першого – вантажоодержувача, далі – транспортні вузли, потім – вантажовідправник з номером 21. У завданні використовують наступні позначення:

- – вантажоодержувач;
- – транспортний вузол;
- ▲ – вантажовідправник.

Координата пунктів Х подана в табл. 1.1, Y – у табл. 1.2. Обсяги завантаження за пунктами наведені в табл. 1.3. Варіант обирають згідно з номером у списку групи.

**Таблица 1.1 – Координата X**

№ п\п	Номер пункту																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1,5	1,2	4,0	8,8	8,4	7,1	5,7	2,3	0,5	4,1	6,5	1,8	4,5	4,3	8,4	3,1	6,0	8,1	1,9	7,4	1,6
2	1,1	1,0	5,1	8,3	9,4	7,8	7,4	3,9	1,3	2,1	8,6	5,8	8,0	4,0	3,3	5,1	7,7	8,1	1,8	5,2	1,4
3	1,2	1,9	4,0	8,9	8,4	8,5	6,2	3,9	0,4	3,3	1,4	4,2	8,9	7,6	6,0	4,0	7,3	6,6	6,2	8,5	1,3
4	0,5	1,0	5,8	8,0	8,1	8,1	6,0	2,6	1,5	2,1	4,3	2,7	1,4	5,5	2,8	2,4	2,3	3,5	3,1	6,4	2,8
5	0,3	1,4	5,0	7,9	8,7	7,5	7,0	3,5	1,0	5,0	8,1	6,4	8,7	7,0	2,0	3,3	8,9	4,9	3,0	6,3	1,5
6	0,5	2,2	5,5	7,5	8,3	7,9	6,4	2,6	0,7	2,5	4,6	1,6	5,3	8,7	3,2	8,8	2,5	2,3	3,0	1,3	2,6
7	0,6	1,1	4,0	7,5	8,4	8,3	5,8	3,7	0,5	3,1	7,5	6,4	1,0	4,4	1,7	5,1	8,3	3,0	4,7	2,9	7,1
8	0,6	1,5	4,4	9,0	9,7	7,8	7,2	3,8	1,7	3,9	8,7	1,2	5,6	8,5	4,8	5,2	3,5	1,8	1,7	2,1	1,8
9	0,6	1,7	4,1	7,4	8,4	8,1	6,6	3,8	0,2	3,9	1,6	8,0	4,9	6,5	4,0	6,5	4,5	4,7	1,3	3,8	4,8
10	0,2	1,3	4,5	7,5	9,0	7,2	7,1	4,0	1,0	3,4	7,2	7,2	4,1	8,7	6,2	4,7	6,6	5,7	7,4	8,9	2,6
11	0,2	1,5	4,3	7,8	9,1	8,7	6,1	2,1	1,2	2,4	8,5	1,0	2,3	8,2	5,6	6,0	5,9	6,9	2,4	6,8	2,4
12	1,8	1,2	5,9	8,3	8,8	8,4	7,0	2,5	0,3	3,2	8,9	4,9	5,2	2,4	4,6	8,4	2,9	7,2	1,7	5,8	3,0
13	0,5	1,9	5,0	7,8	8,4	7,4	6,2	2,7	1,7	4,2	4,1	5,0	8,7	2,6	2,8	5,0	4,6	3,0	4,0	4,8	1,1
14	0,3	2,3	4,1	8,1	9,5	7,3	5,7	2,4	1,4	4,0	1,5	1,7	7,7	1,4	6,8	1,3	8,6	7,4	4,3	5,1	1,7
15	0,4	2,4	5,1	7,2	8,3	8,4	6,6	4,0	0,3	4,3	6,3	6,4	5,1	3,6	4,4	3,1	4,9	5,4	8,8	8,8	2,5
16	1,4	1,2	4,4	8,9	9,3	7,4	6,3	2,7	0,3	2,7	3,4	5,2	2,2	2,4	3,5	2,8	3,5	5,3	8,5	4,8	3,2
17	1,6	2,4	5,1	8,7	8,2	7,8	7,5	3,4	0,9	4,2	3,6	8,2	7,6	4,8	5,7	4,3	8,0	8,4	4,4	5,6	3,7
18	1,3	1,7	5,1	9,0	8,6	8,7	6,1	2,8	0,4	4,1	7,8	2,9	7,7	8,4	8,0	2,9	3,5	8,1	6,2	6,5	3,6
19	1,2	1,2	4,5	8,3	8,1	7,5	5,7	2,7	0,1	3,7	5,5	5,4	4,9	2,1	7,9	9,0	2,8	5,0	7,6	7,7	7,6
20	1,4	1,2	5,7	8,4	8,0	7,3	6,1	3,4	1,4	3,7	1,2	5,8	3,9	5,7	1,7	4,0	7,1	5,7	3,2	7,9	5,1
21	0,7	1,4	5,2	8,4	9,9	7,6	5,8	2,9	0,4	3,3	3,9	1,5	7,1	5,7	8,5	1,4	6,8	5,7	3,5	7,3	6,1
22	1,8	2,1	4,6	8,9	8,7	7,4	6,4	3,1	1,8	4,6	8,3	6,4	2,4	3,4	5,3	1,9	6,8	6,0	1,2	3,7	1,3
23	0,9	2,3	6,0	7,1	8,3	7,9	7,3	3,0	1,4	3,8	1,5	6,8	1,5	8,1	8,9	3,7	7,0	3,4	1,6	6,3	9,0
24	0,3	1,1	4,3	8,4	9,8	8,6	5,6	3,2	1,2	4,5	8,8	8,4	7,4	4,4	8,4	4,9	4,0	1,8	1,5	5,1	7,4
25	1,1	2,4	5,8	7,2	8,1	7,4	6,5	3,2	0,8	2,3	3,2	7,2	2,0	2,4	1,9	5,3	6,6	8,4	5,7	6,7	2,3
26	1,6	1,2	4,2	8,0	9,9	8,1	6,4	3,8	0,5	4,0	8,3	3,5	5,1	1,2	7,2	4,0	3,7	8,7	6,2	1,3	6,2
27	1,3	1,1	5,5	8,0	8,7	8,5	5,9	3,3	1,9	2,6	4,4	2,9	4,5	8,8	4,3	7,9	1,1	2,7	6,4	6,4	3,3
28	0,9	1,0	5,3	8,7	9,0	7,2	6,3	3,5	1,1	4,0	3,9	8,5	6,2	6,4	1,7	1,9	7,6	2,2	6,1	7,5	4,3
29	1,6	1,2	4,8	8,9	9,7	7,1	6,9	3,0	1,2	3,9	8,8	8,9	1,2	3,6	7,3	1,9	3,4	7,9	2,7	3,3	4,3
30	1,6	1,3	5,3	8,7	9,6	7,9	6,1	2,0	1,8	3,6	5,1	6,3	7,8	4,3	5,4	6,2	5,4	5,8	5,9	2,9	5,2
31	1,2	1,5	5,3	7,8	9,4	8,4	7,4	2,3	1,1	2,9	5,4	8,4	4,6	5,7	5,7	3,7	4,6	6,6	8,6	5,0	6,6
32	1,4	1,8	5,0	8,0	9,4	8,7	6,2	2,2	0,7	2,8	4,4	7,4	1,5	2,5	4,2	5,2	6,4	8,1	2,7	8,7	2,9
33	0,5	1,2	4,9	8,9	9,8	8,1	6,1	3,9	1,0	3,6	1,7	2,5	8,7	5,2	5,4	7,9	5,6	3,8	2,7	8,1	2,7

**Таблица 1.2 – Координата Y**

№ п/п	Номер пункту																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	9,6	1,2	0,3	2,8	4,6	8,1	9,7	7,9	5,9	4,6	1,5	6,5	4,1	4,7	4,1	6,5	6,7	1,4	5,9	1,9	3,9
2	9,2	0,5	0,4	3,3	5,7	8,2	9,3	8,5	5,9	5,0	7,0	7,9	7,9	1,5	5,9	8,4	4,1	3,4	7,1	1,4	8,7
3	9,9	1,9	0,9	2,1	4,3	9,0	9,0	8,3	5,5	3,4	7,1	4,7	5,8	5,6	8,1	7,4	4,5	1,7	7,6	8,1	4,9
4	9,2	0,9	1,7	1,6	5,9	8,9	9,8	9,9	4,9	3,4	2,7	8,5	5,0	6,5	7,7	7,9	8,4	8,9	5,6	4,0	6,0
5	9,1	0,3	1,2	1,5	5,1	8,4	9,5	8,7	5,7	4,8	1,6	7,3	4,2	4,2	2,9	6,4	6,5	6,8	6,0	5,6	5,0
6	9,6	2,4	0,6	2,3	4,0	8,8	8,7	7,1	4,8	4,1	2,9	6,7	4,9	3,2	7,9	1,1	2,2	6,4	6,3	4,2	2,7
7	9,6	0,7	0,4	2,5	4,2	9,3	8,2	7,5	4,4	3,7	4,0	4,3	2,9	7,7	5,6	8,6	7,3	7,0	1,5	4,1	1,7
8	9,0	1,4	1,8	2,9	5,7	7,7	8,9	8,4	5,0	3,3	5,2	3,8	8,3	3,8	3,2	5,5	7,7	3,1	6,9	7,5	8,4
9	9,7	1,8	1,7	2,0	4,2	9,4	8,4	9,7	5,3	4,9	4,0	2,5	2,5	5,4	8,0	5,5	2,3	7,5	7,0	2,5	1,2
10	8,6	2,2	1,8	3,3	4,4	8,6	9,9	9,6	5,2	4,7	8,7	4,1	2,1	5,7	4,1	2,5	7,8	2,1	5,7	3,6	3,8
11	8,5	1,9	0,5	1,8	4,7	8,0	9,0	8,8	6,0	4,9	4,2	3,6	4,9	4,2	2,0	1,9	6,9	5,2	3,8	1,6	7,3
12	8,7	0,8	0,9	2,7	4,1	8,9	8,4	9,2	5,7	3,7	3,6	6,7	3,5	3,7	2,8	8,7	8,5	5,8	8,8	7,9	7,8
13	9,1	0,5	0,4	2,4	5,8	9,6	8,7	6,9	6,0	3,4	3,5	6,9	4,8	8,4	6,6	8,6	3,1	4,6	2,0	8,3	8,9
14	8,7	1,7	0,6	3,2	4,1	8,8	8,2	9,4	4,5	4,0	1,8	2,8	3,5	8,1	4,7	7,8	8,6	5,1	6,2	8,3	6,6
15	9,1	1,6	1,5	2,8	4,2	8,0	8,5	7,1	5,8	2,5	2,8	8,9	1,6	7,9	4,1	4,1	5,1	7,3	4,6	3,5	5,6
16	9,4	1,3	1,2	2,6	5,3	9,3	9,8	6,6	5,8	3,7	7,3	8,6	6,9	7,7	7,8	3,7	4,2	6,7	4,8	1,1	1,9
17	8,6	2,4	0,8	1,8	5,1	8,0	8,6	9,6	4,8	3,5	5,0	5,6	7,0	4,7	8,9	7,5	4,4	8,4	8,7	2,4	7,6
18	8,6	0,2	1,2	3,3	4,0	8,3	8,3	6,8	5,9	3,2	4,6	6,7	6,7	5,1	5,9	5,8	7,8	8,1	6,6	3,0	7,4
19	9,6	1,5	0,5	2,3	5,9	7,6	8,9	7,0	5,3	4,2	8,6	3,0	1,9	6,9	2,7	2,5	3,0	3,6	3,9	7,0	8,5
20	8,9	0,5	1,9	2,5	5,3	9,1	8,4	7,3	4,8	4,9	6,5	2,3	4,0	8,0	4,7	4,9	3,8	5,1	4,5	7,2	4,9
21	8,9	2,2	1,6	1,9	5,9	9,3	9,4	9,1	4,1	4,2	8,8	7,8	1,5	3,8	7,5	8,0	5,9	2,3	2,8	4,9	8,5
22	9,1	1,7	0,7	2,1	4,7	9,8	9,2	8,7	5,9	4,5	9,0	8,9	7,4	6,4	5,1	7,8	2,8	6,0	4,1	8,9	6,2
23	9,6	1,6	1,7	1,7	4,3	9,4	8,7	7,1	5,0	3,7	4,9	5,6	5,7	1,8	4,1	2,5	6,7	2,0	2,2	1,5	6,7
24	8,7	0,6	1,6	2,4	4,7	8,4	8,0	9,3	4,4	2,2	5,5	4,5	1,8	4,9	8,9	5,9	3,7	8,3	7,1	6,5	4,5
25	9,2	1,6	1,7	3,2	5,6	9,5	9,7	7,5	4,9	2,3	3,5	1,5	2,1	1,3	1,9	4,6	5,5	7,1	5,0	2,3	6,0
26	9,6	2,1	1,9	3,1	4,9	8,2	8,4	9,6	5,1	2,8	5,2	7,9	4,9	4,0	8,0	8,4	5,1	8,5	5,1	6,1	2,1
27	9,1	1,8	0,4	1,6	5,3	8,3	9,6	9,3	4,5	2,7	8,2	2,3	8,1	8,1	6,7	2,2	2,8	7,1	7,9	2,0	4,6
28	8,6	2,0	0,8	2,0	4,3	8,1	9,6	9,4	5,5	4,0	7,5	3,0	2,6	5,6	4,2	7,8	7,4	2,2	8,1	8,1	2,2
29	9,0	2,0	0,6	2,8	4,1	7,8	8,3	9,6	4,9	2,7	1,6	8,6	4,4	7,9	7,6	8,9	3,5	6,2	8,6	6,5	3,0
30	9,0	2,5	0,3	3,4	5,6	9,3	8,0	6,9	5,3	2,7	4,0	6,4	8,0	2,5	5,4	8,7	5,1	1,7	3,4	4,1	5,6
31	9,8	0,2	0,8	2,9	6,0	9,3	8,7	7,9	5,8	2,5	7,1	6,4	5,2	7,4	3,0	2,5	5,6	3,4	5,2	8,6	4,5
32	8,9	1,7	0,4	3,4	5,0	9,4	9,6	7,8	4,4	4,0	1,9	5,3	3,1	3,5	4,2	3,6	7,0	8,0	6,4	2,5	5,0
33	8,7	2,4	0,5	2,7	4,4	8,4	8,5	9,0	5,3	2,6	2,7	2,5	4,0	3,2	2,2	2,3	6,6	4,5	4,5	6,4	3,5

**Таблиця 1.3 – Обсяги завезення вантажу за пунктами, т**

№ п/п	Номер пункту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,11	0,03	0,18	0,27	0,27	0,29	0,00	0,12	0,26	0,04
2	0,07	0,01	0,01	0,05	0,07	0,01	0,09	0,10	0,17	0,11
3	0,11	0,11	0,27	0,14	0,13	0,09	0,29	0,24	0,30	0,08
4	0,29	0,02	0,21	0,24	0,29	0,14	0,09	0,23	0,11	0,23
5	0,02	0,06	0,02	0,11	0,15	0,15	0,11	0,30	0,01	0,07
6	0,00	0,28	0,03	0,08	0,23	0,20	0,24	0,22	0,03	0,04
7	0,23	0,19	0,05	0,12	0,17	0,21	0,17	0,05	0,29	0,21
8	0,16	0,24	0,24	0,08	0,05	0,26	0,03	0,02	0,23	0,22
9	0,30	0,28	0,27	0,16	0,15	0,20	0,15	0,04	0,01	0,24
10	0,20	0,22	0,18	0,05	0,27	0,11	0,06	0,06	0,10	0,10
11	0,09	0,24	0,21	0,08	0,27	0,01	0,21	0,14	0,15	0,08
12	0,09	0,24	0,24	0,20	0,23	0,28	0,19	0,22	0,29	0,11
13	0,26	0,17	0,26	0,13	0,07	0,26	0,08	0,21	0,21	0,11
14	0,10	0,03	0,29	0,09	0,16	0,12	0,30	0,27	0,24	0,27
15	0,17	0,21	0,12	0,03	0,27	0,12	0,03	0,23	0,24	0,20
16	0,20	0,08	0,23	0,21	0,26	0,00	0,20	0,28	0,01	0,16
17	0,27	0,29	0,18	0,17	0,29	0,14	0,08	0,25	0,15	0,26
18	0,20	0,28	0,14	0,05	0,02	0,00	0,16	0,19	0,15	0,17
19	0,18	0,28	0,16	0,04	0,02	0,17	0,25	0,02	0,08	0,21
20	0,12	0,11	0,13	0,10	0,06	0,22	0,16	0,27	0,18	0,16
21	0,18	0,18	0,15	0,03	0,18	0,17	0,23	0,07	0,22	0,18
22	0,16	0,24	0,29	0,03	0,03	0,21	0,26	0,06	0,00	0,06
23	0,17	0,20	0,05	0,06	0,20	0,16	0,09	0,16	0,05	0,06
24	0,26	0,28	0,08	0,13	0,16	0,29	0,22	0,29	0,17	0,28
25	0,08	0,05	0,27	0,25	0,01	0,27	0,13	0,04	0,01	0,06
26	0,20	0,25	0,14	0,14	0,18	0,11	0,25	0,09	0,30	0,23
27	0,22	0,05	0,24	0,28	0,07	0,11	0,03	0,27	0,26	0,17
28	0,00	0,21	0,21	0,27	0,05	0,27	0,09	0,07	0,01	0,27
29	0,05	0,28	0,04	0,10	0,03	0,28	0,15	0,19	0,25	0,29
30	0,14	0,05	0,09	0,24	0,24	0,21	0,02	0,02	0,13	0,08
31	0,08	0,24	0,06	0,14	0,12	0,28	0,03	0,05	0,13	0,04
32	0,02	0,02	0,22	0,11	0,20	0,01	0,26	0,01	0,09	0,05
33	0,14	0,17	0,29	0,09	0,06	0,07	0,22	0,27	0,02	0,25

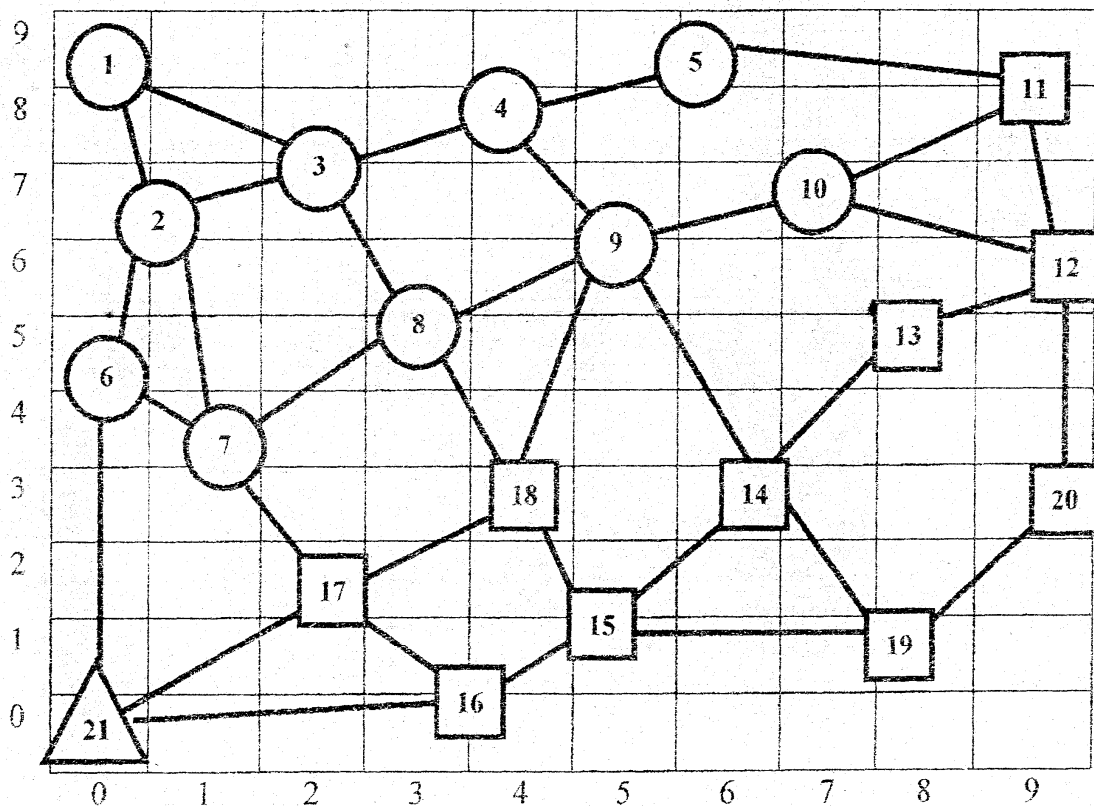


Рис. 1.1 – Схема транспортної мережі

Після нанесення пунктів побудувати транспортну мережу, послідовно з'єднуючи між собою найближчі пункти. Заміряти довжину ланок і проставити відстані на схемі, використовуючи масштаб 1 мм = 100 метрів. Визначити найкоротші відстані між елементами транспортної мережі методом потенціалів або з використанням ЕОМ (програми FLOID). Побудувати матрицю найкоротших відстаней між вантажовідправником й одержувачами вантажу.

Щільність дислокації пунктів заводу визначають за формулою:

$$\lambda = \frac{N}{F}, \quad (1.1)$$

де  $N$  – кількість пунктів заводу, од. ( $N=10$ );  
 $F$  – площа району, км<sup>2</sup>.

Середній розмір партії вантажу заводу розраховують за формулою:

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{N}, \quad (1.2)$$

де  $Q_i$  – обсяг заводу в  $i$ -й пункт, т.

Оптимальну кількість пунктів заїзду на розвізному маршруті визначають за формулою:

$$m = \sqrt{\frac{l_d + A_{np} - 0,5 \cdot l_{(s-1)-i}}{R_y}}, \quad (1.3)$$

де  $l_o$  – середня відстань доставки вантажів, км, яку знаходять за формулою:

$$l_d = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{N}, \quad (1.4)$$

де  $l_i$  – відстань доставки від вантажовідправника до  $i$ -го одержувача, км;

$l_{(i-1)-i}$  – пробіг автомобіля між суміжними пунктами на маршруті, км.

Середній пробіг автомобілів між проміжними пунктами заводу на маршруті визначають за формулою:

$$l_{(i-1)-i} = 0,76 \cdot \sqrt{\lambda^{-1}}. \quad (1.5)$$

Допоміжну величину  $A_{np}$  розраховують за формулою:

$$A_{np} = \frac{a_{пост} \cdot t_d}{2 \cdot A_{км}}, \quad (1.6)$$

де  $a_{пост}$  – частка постійної складової витрат ( $a_{пост} = 0,1$  грн./год);

$t_d$  – додатковий час на заїзд до пункту ( $t_d = 9$  хв).

$$A_{км} = a_{зм} + \frac{a_{пост}}{V_t}, \quad (1.7)$$

де  $a_{зм}$  – змінна складова витрат ( $a_{зм} = 0,05$  грн./км);

$V_t$  – технічна швидкість автомобіля, ( $V_t = 25$  км/год);

$R_y$  – параметр системи доставки:

$$R_y = \frac{\bar{q}}{\gamma_{ст}} \cdot (l_{(i-1)-i} \cdot [K_{ткм} \cdot \gamma_{ст} + K_{км}] + \bar{q} \cdot t_{нр} \cdot K_b + B_{пр}), \quad (1.8)$$

де  $\gamma_{ст}$  – коефіцієнт використання вантажності автомобіля ( $\gamma_{ст} = 0,9$ );

$K_{ткм}, K_{км}, K_b$  – допоміжні величини:

$$K_{ткм} = \frac{a_{ткм}}{2 \cdot A_{км}}; \quad (1.9)$$

$$K_{км} = \frac{B_{км}}{2 \cdot A_{км}}; \quad (1.10)$$

$$K_b = \frac{B_{пост}}{2 \cdot A_{км}}, \quad (1.11)$$

де  $a_{ткм}$  – постійна величина ( $a_{ткм} = 0,02$  грн./год.).

$$B_{км} = B_{зм} + \frac{B_{пост}}{V_t}; \quad (1.12)$$

$$B_{пр} = \frac{B_{пост} \cdot t_d}{2 \cdot B_{км}}, \quad (1.13)$$

де  $B_{зм}$  – дорівнює 0,04 грн./т км.;

$B_{пост}$  – приймають рівним 0,25 грн./т год.;

$t_{нр}$  – норма часу на навантаження-розвантаження (приймають рівною 3 хв. на одну повну чи неповну тонну на кожну операцію).



## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. РЕЗЕРВУВАННЯ ПРОВІЗНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ

**Мета роботи** – встановлення оптимального значення коефіцієнта запасу за вантажністю автомобіля.

### **Завдання:**

1 Розрахувати оптимальне значення коефіцієнта запасу за вантажністю автомобіля.

2. Уточнити оптимальну кількість пунктів завою вантажу з урахуванням коефіцієнта запасу за вантажністю автомобіля.

3. Зробити висновки за результатами виконання завдання.

### **Вказівки до виконання**

Вихідні дані й результати розрахунків взяти з попередньої роботи.

Оптимальне значення коефіцієнта запасу за вантажністю автомобіля розраховують за формулою:

$$k_3^o = k_3^{\max} - \frac{2 \cdot b_{\text{пр}} \cdot [2 \cdot l_i + (n_3 - 1) \cdot l_{(t-1)}] \cdot \sqrt{3} \cdot k_v}{\sqrt{n_3 \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot C_{\text{ш}}}}, \quad (2.1)$$

де  $k_3^{\max}$  – максимальне значення коефіцієнта запасу за вантажністю автомобіля:

$$k_3^{\max} = 1 + \sqrt{\frac{3}{n_3} \cdot k_v}, \quad (2.2)$$

де  $n_3$  – кількість пунктів завою вантажу ( $n_3=10$ );

$k_v$  – коефіцієнт варіації попиту за пунктами завою;

$C_{\text{ш}}$  – сума штрафів за недозавіз одиниці вантажу,  $C_{\text{ш}} = 100$  грн./т.

Коефіцієнт варіації попиту за пунктами завою розраховують за формулою:

$$k_v = \frac{\sigma}{\bar{q}}, \quad (2.3)$$

де  $\bar{q}$  – середнє значення обсягу завою вантажу, т;

$\sigma$  – середньоквадратичне відхилення попиту за пунктами завою, т.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n}}, \quad (2.4)$$

де  $q_i$  – обсяг завою до  $i$ -го пункту, т.

Перерахуємо оптимальну кількість пунктів завою вантажу з урахуванням коефіцієнта запасу за вантажністю автомобіля за формулою:

$$n_3^o = \sqrt{\frac{a_{\text{пр}} \cdot \gamma [2 \cdot l_i - l_{(t-1)}]}{b_{\text{пр}} \cdot l_{(t-1)} \cdot k_3 \cdot g}}. \quad (2.5)$$

Уточнюємо значення коефіцієнта запасу за вантажністю автомобіля з урахуванням  $n_3^o$ , потім перерахуємо оптимальну кількість пунктів завою вантажу з урахуванням коефіцієнта запасу за вантажністю автомобіля, доки його значення не буде змінюватися з точністю до 0,001.

### **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3.**

#### **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Мета роботи** – розрахувати прогнольні значення параметрів роботи транспортного комплексу протягом однієї робочої зміни за імітаційною моделлю транспортного процесу.

**Завдання:**

1. Установити прогнольні значення стохастичних величин, що характеризують процес перевезення: швидкості руху автомобілів, тривалості навантаження й розвантаження автомобілів.
2. Визначити кванти часу моделювання процесу перевезень на підставі графіка роботи автомобілів і розрахункових значень стохастичних величин.
3. Розрахувати затримки автомобілів у пункті навантаження, пов'язані з очікуванням початку обслуговування.
4. Розрахувати середні значення параметрів роботи транспортного комплексу: часу навантаження, розвантаження, руху, очікування початку обслуговування (у розрахунку на одну затримку і на одну поїздку), час роботи кожного автомобіля та навантажувально-розвантажувального механізму.
5. Побудувати стрічкові графіки роботи автомобілів і навантажувально-розвантажувального механізму.
6. Побудувати графік завантаження пункту навантаження.
7. Зробити висновки за результатами виконання завдання.

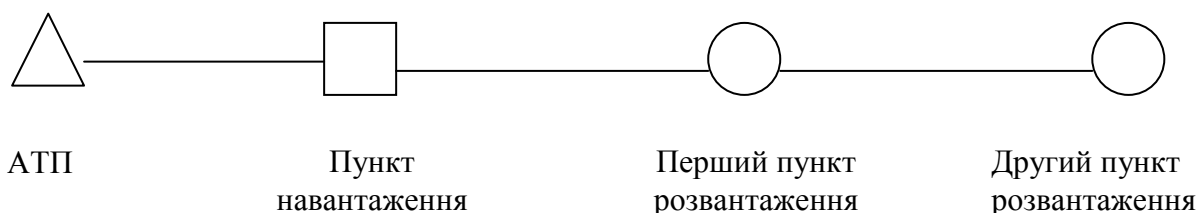
Вихідні дані до завдання визначають за табл. 3.1 і 3.2 (загальні дані для всіх варіантів), а також за табл. А.1 додатку А (номер початкового рядка визначають за останніми двома цифрами номеру варіанта).

**Таблиця 3.1 – Параметри транспортного процесу**

Параметр	Значення
Технічна швидкість автомобілів, км/год	24,0
Закон розподілу технічної швидкості	Релея
Середній час навантаження автомобіля, хв	30
Закон розподілу часу навантаження	експоненційний
Середній час розвантаження автомобіля, хв	30
Закон розподілу часу розвантаження	експоненційний
Нульовий пробіг автомобіля, км	4,0
Відстань до першого пункту розвантаження, км	12,0
Відстань до другого пункту розвантаження, км	36,0

#### **Вказівки до виконання**

У завданні транспортний комплекс поданий автотранспортним підприємством (АТП), що виділяє на перевезення бригаду автомобілів у кількості 4 од., пунктом навантаження і двома пунктами розвантаження, взаємне розташування яких наведене на рис. 3.1.



*Рис. 3.1 – Взаємне розташування елементів транспортного комплексу*

Кванту часу моделювання процесу перевезень визначають часом прибуття автомобілів у пункт навантаження, часом заняття і звільнення ними посту навантаження. Час початку роботи прийняти рівним 8:00. Автомобілі здійснюють по 3 їздки кожний за маршрутами, заданими графіком роботи автомобілів (див. табл. 3.2). Випуск автомобілів на лінію здійснюється за східчастим графіком, який необхідно розробити самостійно.

**Таблиця 3.2 – Графік роботи автомобілів**

Номер автомобіля	Їздка		
	1	2	3
1	1	2	2
2	2	2	1
3	1	2	2
4	2	1	2

Прогнозні значення стохастичних величин визначають за допомогою таблиці випадкових чисел (див. табл. А1) і розрахункових формул відповідних законів розподілу випадкових величин. Випадкові числа вибирають з таблиці порядково, починаючи з першого стовпчика початкового рядка, заданого номером варіанта завдання, до його кінця. Коли вибрані всі випадкові числа поточного рядка, здійснюють перехід на наступний рядок табл. А1. Якщо необхідно перейти з 50-го рядка таблиці випадкових чисел, то цей перехід здійснюють на перший рядок.

Чергове значення випадкової величини ( $x_i$ ), розподіленої за експоненційним законом, розраховують за формулою:

$$x_i = -\frac{1}{\lambda} \ln(\xi_j), \quad (3.1)$$

де  $\lambda$  – параметр експоненційного закону розподілу;

$\xi_j$  – чергове значення випадкового числа з таблиці випадкових чисел.

Параметр експоненційного закону розподілу знаходять за формулою:

$$\lambda = \frac{1}{\bar{x}}, \quad (3.2)$$

де  $\bar{x}$  – середнє значення випадкової величини.

Чергове значення випадкової величини ( $x_i$ ), розподіленої за законом Релея, розраховують за формулою:

$$x_i = \frac{\bar{x}}{1,253} \sqrt{-2 \cdot \ln(\xi_j)}. \quad (3.3)$$

Моделювання тривалості операцій процесу перевезень здійснюють за кожним транспортним циклом окремо. Кожний такий цикл починається й

закінчується в пункті навантаження. Таким чином, послідовність розрахунків починається на початку обслуговування чергового автомобіля і триває до моменту його повернення до пункту навантаження. Після цього процедура повторюється для наступного автомобіля.

Порядок обслуговування автомобілів визначається стратегією обслуговування „першим прибув – першим обслуговується”, тобто раніше обслуговуватиметься той автомобіль, який прибув раніше інших. Якщо на момент прибуття автомобіля до пункту пост навантаження зайнятий обслуговуванням іншого автомобіля, то автомобіль, що прибув, стає в чергу, у якій перебуває до моменту звільнення посту. Вирушення автомобіля на обслуговування здійснюється миттєво, без додаткових витрат часу на допоміжні операції.

Графіки роботи автомобілів і навантажувально-розвантажувального механізму будують у координатах „поточний час – автомобіль (навантажувально-розвантажувальний механізм)”, а графіки завантаження пункту навантаження – в координатах „поточний час – кількість автомобілів у пункті навантаження”. При побудові графіків повинні враховуватися затримки автомобілів в очікуванні початку обслуговування.

#### **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4.**

##### **ПРОГНОЗУВАННЯ ВЕЛИЧИНИ МАТЕРІАЛОПОТОКУ**

**Мета роботи** – знайти оптимальні значення матеріалопотоку на ринку чистої конкуренції, що мінімізують питомі сумарні витрати й максимізують доходи і прибуток підприємства.

**Завдання:**

1. Розрахувати питомі й граничні витрати логістичної системи.
2. Установити оптимальне значення розміру матеріалопотоку, яке мінімізує питомі сумарні витрати логістичної системи.
3. Побудувати діаграму “Загальні витрати – Постійні витрати – Змінні витрати” (питомі).
4. Розрахувати питомі й граничні доходи і прибуток підприємства.
5. Знайти оптимальні значення розміру матеріалопотоку для максимізації доходів і прибутку підприємства.
6. Побудувати діаграму “Питомий прибуток – Граничний прибуток – Валовий прибуток”. Виділити на діаграмі зони зростаючої, спадаючої й негативної граничної віддачі.
7. Побудувати графік зміни витрат, доходів і прибутку від величини матеріалопотоку.
8. Зробити висновки до роботи.

Вихідні дані визначаються за табл. 4.1 (за передостанньою цифрою номеру залікової книжки) і 4.2 (за останньою цифрою номера залікової книжки).

**Таблиця 4.1 – Зміна змінних витрат виробництва ( $I_{\text{пер}}$ , грн) від величини матеріалопотоку ( $Q_r$ )**

Матеріалопотік, од.	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	800	960	960	1200	1800	880	1120	960	1040	810
20	1360	1600	1860	2320	3400	1600	2020	1840	1920	1530
30	1920	2080	2580	3360	4800	2280	3120	2640	2720	2205
40	2480	2480	3180	4320	6100	2960	4000	3360	3440	2835
50	3040	2880	3660	5200	7400	3680	4800	4000	4160	3420
60	3680	3280	4320	6000	8700	4480	5520	4720	5120	4050
70	4320	3760	5040	6720	10200	5360	6160	5520	6160	4725
80	5120	4320	5760	7360	11800	6320	6960	6400	7360	5445
90	6240	5040	6600	8080	13600	7360	8000	7360	8720	6210
100	7760	6000	7560	8880	15600	8560	9200	8320	10240	7020

**Таблиця 4.2 – Зміна попиту на продукцію ( $Q_r$ , т) від ціни одиниці матеріалопотоку ( $C$ , грн./т)**

Ціна одиниці матеріалопотоку, грн.	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	100	120	110	150	130	140	160	160	170	190
200	90	100	100	130	110	130	140	150	160	170
300	80	80	90	110	90	120	120	140	150	150
400	70	60	80	90	70	110	100	130	140	130
500	60	40	70	70	50	100	80	120	130	110
600	50	20	60	50	30	90	60	110	120	90
700	40	0	50	30	10	80	40	100	110	70
800	30	0	40	10	0	70	20	90	100	50
900	20	0	30	0	0	60	0	80	90	30
1000	10	0	20	0	0	50	0	70	80	10

#### Вказівки до виконання

Питомі витрати (постійні, змінні й загальні) логістичної системи знаходять для кожного значення величини матеріалопотоку за формулою:

$$I_{\text{уд}} = \frac{I_i}{Q_i}, \quad (4.1)$$

де  $I_i$  – витрати, що відповідають  $i$ -му значенню обсягу матеріалопотоку, грн.;  
 $Q_i$  – обсяг матеріалопотоку в  $i$ -ї точці, т.

Граничні витрати (постійні, змінні й загальні) логістичної системи встановлюють для кожного значення величини матеріалопотоку за формулою:

$$I_{\text{пр}} = \frac{I_2 - I_1}{Q_1 - Q_2}, \quad (4.2)$$

де  $I_1$  і  $I_2$  – витрати, що відповідають обсягам матеріалопотоку  $Q_1$  й  $Q_2$ , грн.;  
 $Q_1$  і  $Q_2$  – відповідно попереднє й наступне значення обсягу матеріалопотоку з упорядкованого за зростанням значень ряду, т.

Для розрахунку доходів і прибутку підприємства необхідно використати задані в табл. 4.2 значення обсягу матеріалопотоку, що відповідають певній ціні одиниці матеріалопотоку. Дохід підприємства при встановленій ціні одиниці матеріалопотоку ( $D_i$ ) визначають за формулою:

$$D_i = C_i \cdot Q_i, \quad (4.3)$$

прибуток – за формулою:

$$P_i = D_i - I_i. \quad (4.4)$$

Якщо буде потреба в більш дрібному розподілі шкали ціни одиниці матеріалопотоку для знаходження її проміжних значень, треба використати лінійну інтерполяцію даних табл. 4.2.

Питомий і граничний дохід і прибуток підприємства визначаються аналогічно витратам логістичної системи. Для встановлення оптимальних значень обсягу матеріалопотоку за кожним з критерієм може знадобитися спрогнозувати зміну змінних витрат при збільшенні обсягу матеріалопотоку вище заданих значень. У цьому разі необхідно спочатку графоаналітичним способом за діаграмою “Загальні витрати – Постійні витрати – Змінні витрати” і даними табл. 4.1 спрогнозувати зміну змінних витрат. Потім за даними табл. 4.2 методом лінійної екстраполяції спрогнозувати зміну обсягу матеріалопотоку від зміни ціни одиниці матеріалопотоку. Період прогнозування даних визначається шириною зони спадної віддачі на відповідних діаграмах.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5**

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕЛИЧИНИ ЗАМОВЛЕННЯ**

**Мета роботи** – розрахунок оптимальної величини замовлення з урахуванням змінної складової вартості виконання замовлення.

#### **Завдання:**

1. Визначити вартість зберігання вантажів на складі.
2. Визначити клас вантажу і статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля.
3. Розрахувати добову потребу у вантажі й вартість виконання замовлення.
4. Розрахувати оптимальні розміри замовлення в заданому діапазоні зміни відстані доставки – від 4 до 100 км (сім значень, включаючи крайні точки діапазону) для двох варіантів розрахунку – з урахуванням витрат на доставку партії вантажу й без її.
5. Побудувати криву залежності оптимального розміру замовлення від відстані доставки для обох варіантів розрахунків.
6. Зробити висновки до роботи.

Вихідні дані до завдання визначаються за табл. 5.1 (за передостанньою цифрою номеру варіанта) і 5.2 (за останньою цифрою номеру варіанта). Залежно від зміни складників собівартості автомобільних перевезень від вантажопідйомності автомобіля визначають за табл. Б.1 додатка Б.

**Таблиця 5.1 – Види вантажів і їхня вартість**

Номер варіанта	Вид вантажу	Ціна одиниці вантажу ( <i>Ц</i> ), грн./т
0	Двигуни будь-які	8'500
1	Акумулятори електричні	4'000
2	Парфюмерно-косметичні вироби	180'000
3	Фарби й лакофарбові вироби	7'000
4	Електроди в пачках	5'500
5	Труби азбоцементні	3'000
6	Лінолеум	15'000
7	Напої безалкогольні в ящиках	1'000
8	Медикаменти	100'000
9	Плити газові	5'000

**Таблиця 5.2 – Характеристика ринкових умов**

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постійна складова витрат виконання замовлення ( <i>C<sub>з</sub>'</i> ), грн/замовлення	2,0	1,7	1,9	2,7	2,9	1,5	3,0	2,6	2,8	2,3
Витрати зберігання вантажу на складі ( <i>C<sub>хр</sub></i> ), грн/т·доб	10,0	12,5	11,6	12,0	11,0	11,4	12,3	12,2	11,2	11,8
Річний обсяг споживання продукції ( <i>Q<sub>г</sub></i> ), тис. т	15	25	30	35	20	27	18	29	33	31
Банківська ставка кредиту ( <i>H<sub>б</sub></i> ), % річних	20	25	15	18	17	19	22	24	21	23
Кількість споживачів ( <i>n</i> )	50	45	60	55	30	40	35	65	44	41

### **Вказівки до виконання**

Вартість зберігання вантажів на складі, крім безпосередніх витрат на зберігання вантажів, ураховують також “заморожування ” капіталу. Витрати, пов'язані з “заморожуванням ” капіталу (*C<sub>м</sub>*, грн./т·доб), враховують вкладення фінансових коштів у запаси й розраховуються через вартість одиниці вантажу й банківську ставку кредиту за формулою:

$$C_{\text{м}} = \frac{Ц \cdot H_{\text{б}}}{100 \cdot 365} \cdot \quad (5.1)$$

Клас вантажу й коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля (*γ*) визначаються за Прейскурантом № 13-01-02 відповідно до виду вантажу, заданого у вихідних даних.

Середньодобову потребу у вантажі (*r*, т/доб) розраховують виходячи з річного обсягу споживання продукту, кількості робочих днів роздрібних торговців і їхньої чисельності за формулою:

$$r = \frac{Q_r}{365 \cdot n}. \quad (5.2)$$

Оптимальний розмір замовлення без урахування транспортної складової витрат на виконання замовлення ( $g'_{\text{опт}}$ , т) розраховують за формулою (перший варіант):

$$g'_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{C_3 \cdot r}{0,5 \cdot C_{\text{хр}}}}, \quad (5.3)$$

де  $C_3$  – витрати виконання замовлення (грн/замовлення), що складаються з постійної складових витрат виконання замовлення і витрат на доставку партії вантажу на склад автомобільним транспортом. Їх розраховують за формулою:

$$C_3 = C'_3 + 2L_d[a_{\text{пер}} + (a_{\text{ткм}} + b_{\text{пер}}) \cdot q_n] + T_{\text{об}}(a_{\text{пост}} + b_{\text{пост}} \cdot q_n), \quad (5.4)$$

де  $L_d$  – відстань доставки партії вантажу, км;

$a_{\text{пер}}$ ,  $a_{\text{пост}}$ ,  $a_{\text{ткм}}$ ,  $b_{\text{пер}}$ ,  $b_{\text{пост}}$  – коефіцієнти регресійних моделей для розрахунку постійної і змінної складової собівартості вантажних автомобільних перевезень, що мають розмірність відповідно грн./км, грн./год., грн./т км, грн./т км і грн./т·год. Чисельні значення цих величин наведені в табл. Б. 1;

$q_n$  – номінальна вантажопідйомність автомобіля (приймають рівною максимальній вантажопідйомності  $q_{\text{макс}} = 10$  т);

$T_{\text{об}}$  – час обороту автомобіля на маршруті, год.

Оптимальний розмір замовлення з урахуванням транспортного складника витрат на виконання замовлення ( $g''_{\text{опт}}$ , т) розраховують за формулою (другий варіант):

$$g''_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot r [C'_3 + 2 \cdot L_d (a_{\text{пер}} + \frac{a_{\text{пост}}}{V_t}) + 2 \cdot a_{\text{пост}} \cdot t_d]}{0,5 \cdot \gamma \cdot C_{\text{хр}} + r \cdot b_{\text{пост}} \cdot \tau_{\text{п-р}}}}, \quad (5.5)$$

де  $\tau_{\text{п-р}}$  – норма часу простою автомобіля під навантаженням і розвантаженням (визначають за [7]), год./т;

$t_d$  – додатковий час на заїзд в один пункт на маршруті (визначають за [7]), год.;

$V_t$  – технічна швидкість автомобіля (приймають рівною чисельному значенню, вказаному в додатку Б), км/год.

При виконанні розрахунків в обох варіантах слід враховувати, що розмір замовлення (із урахуванням коефіцієнта використання вантажопідйомності) не може перевищувати максимальної вантажопідйомності автомобіля. За результатами розрахунків на міліметровому папері формату А4 будують графік зміни оптимального розміру замовлення від відстані доставки.



## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6.**

### **ВИБІР МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНОГО ЦЕНТРУ**

**Мета роботи** – визначення оптимального пункту дислокації розподільного центру при доставці вантажів на регіональні склади маятниковими й розвізними маршрутами, що забезпечує мінімізацію транспортних витрат.

#### **Завдання:**

1. На підставі заданих значень координат регіональних складів і річних обсягів заведення в них визначити центр ваги регіону (для двох варіантів організації перевезень: з використанням маятникових і розвізних маршрутів).
2. За схемою доріг регіону визначити шляхом десяти вимірювань коефіцієнт непрямолінійності дорожньої мережі.
3. Визначити на заданій схемі регіону попереднє місце розташування розподільного центру.
4. За заданими координатами регіональних складів розставити останні на карті регіону й з урахуванням фактичної щільності дорожньої мережі скорегувати їхнє місце розташування.
5. Розрахувати обсяг транспортної роботи і пробіг автомобілів із урахуванням непрямолінійності дорожньої мережі й реально заданої схеми дорожньої мережі.
6. Визначити два додаткових місця розташування розподільного центру поблизу вихідної точки й розрахувати точні чисельні значення критерію оптимальності розташування розподільного центру для всіх його місць розташування й обох варіантів організації перевезень.
7. За результатами проведених розрахунків визначити остаточне місце розташування розподільного центру.
8. Розрахувати похибку визначення обсягів транспортної роботи через коефіцієнт непрямолінійності дорожньої мережі.
9. Зробити висновки до роботи.

Вихідні дані до роботи визначаються за табл. 6.1 (за передостанньою цифрою номера залікової книжки) і 6.2 (за останньою цифрою номера залікової книжки). Схема дорожньої мережі є загальною для всіх студентів і наведена на рис. 6.1. Карта регіону розбита на квадрати, сторони яких рівні 1 км і номери яких проставлені зверху й ліворуч від карти на цьому ж рисунку. Наведені в табл. 6.2 координати регіональних складів складені з номеру рядка (перша цифра) і номеру стовпчика (друга цифра).

#### **Вказівки до виконання**

На першому етапі складають схему дислокації складів шляхом їхнього розміщення на заданій схемі району перевезень. Регіональні склади розташовують у центрі заданих квадратів. Якщо через цей квадрат проходять дороги, то склад установлюють на одній із доріг таким чином, щоб його зсув від центру квадрата був мінімальним. У протилежному випадку склад залишається в центрі квадрата й від нього проводиться під'їзна колія до

найближчої дороги таким чином, щоб довжина першої колії була мінімальною. Додані у процесі розміщення складів під'їзні колії вважаються заданими і є частиною дорожньої мережі району.

**Таблиця 6.1 – Річні обсяги завезення на регіональні склади ( $Q_i$ ), т**

Код складу	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100	110	50	400	380	250	180	320	290	200
2	400	230	150	300	250	150	130	400	160	100
3	200	350	250	160	300	280	200	220	240	190
4	150	260	350	320	40	60	220	180	70	240
5	220	180	300	230	140	300	120	150	230	180
6	310	80	200	130	80	290	150	260	130	300
7	330	120	100	310	120	210	160	170	170	60
8	280	90	180	200	100	200	220	270	150	90
9	60	220	260	150	200	160	230	70	280	110
10	120	340	310	260	110	130	300	100	310	230

**Таблиця 6.2 – Номери квадратів, у яких розташовані склади**

Код складу	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	01	36	00	28	47	52	13	85	21	98
2	17	19	25	71	70	33	26	73	18	03
3	23	94	40	80	14	87	51	92	79	89
4	49	04	58	99	39	37	88	27	57	54
5	61	63	96	09	65	97	41	53	66	42
6	78	12	38	56	84	15	32	05	31	77
7	93	72	20	86	07	74	81	76	83	69
8	55	44	43	62	50	59	06	67	48	75
9	29	30	64	46	68	45	35	82	91	08
10	34	90	02	11	95	22	60	16	10	24

Для розрахунку коефіцієнта непрямолінійності дорожньої мережі намічають 10 ділянок вимірювання шляхом визначення точок початку й закінчення ділянки. Ці точки мають перебувати безпосередньо на дорогах. При цьому половина ділянок повинна бути “короткими” й не перевищувати за довжиною 0,25 ширини карти району перевезень, а друга – “довгими”, що проходять не менш, ніж через 0,5 ширини карти району перевезень.

Чисельне значення коефіцієнта непрямолінійності дорожньої мережі розраховують за формулою:

$$k_n = \frac{\sum_{i=1}^{10} L_i^{(\Phi\Phi)}}{\sum_{i=1}^{10} L_i^{(\text{ВВ})}}, \quad (6.1)$$

де  $L^{(\Phi)}$  – фактична довжина шляху  $i$ -ї ділянки вимірювання, км;

$L_i^{(\text{В})}$  – довжина тієї ж ділянки вимірювання, дійсна по “повітряній лінії”, км.

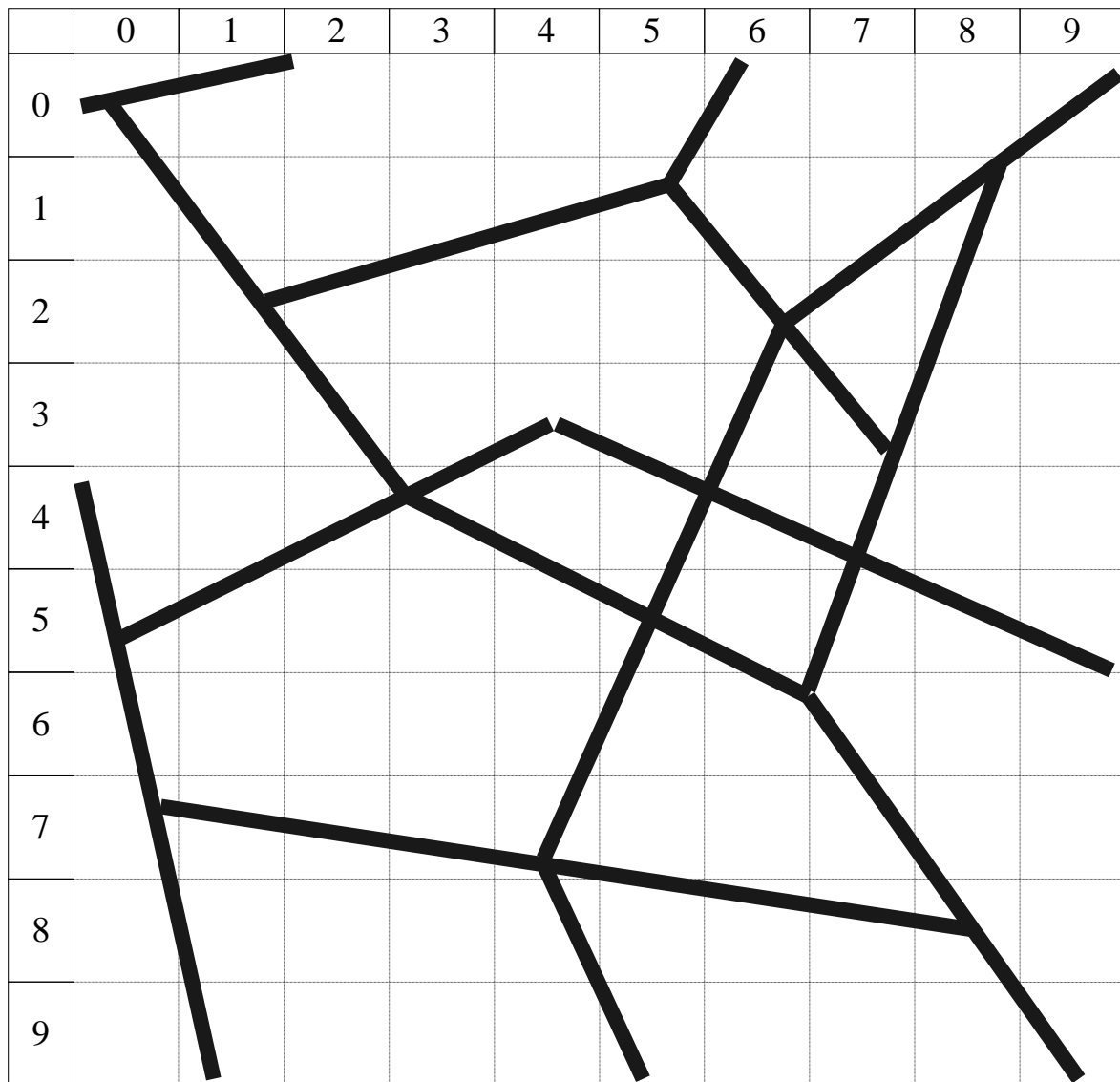


Рис. 6.1 – Схема району перевезень

Координати центрального складу ( $x_{ц}$  ;  $y_{ц}$ ) визначають за наступними формулами:

- при перевезеннях вантажів за маятниковими маршрутами:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \\ y_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \end{array} \right. , \quad (6.2)$$

де  $n$  – кількість регіональних складів, од.;  
 $x_i$  й  $y_i$  – координати регіонального складу, км;

- при перевезеннях вантажів за розвізними маршрутами:

$$\begin{cases} x_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\ y_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \end{cases} \quad (6.3)$$

За формулами (6.2) – (6.3) визначають координати попереднього місця розташування центрального складу. У тому випадку, коли ці координати не потрапляють безпосередньо на дорогу, то розрахункову точку переміщують на найближчу дорогу найкоротшим шляхом.

Загальну транспортну роботу з доставки вантажів ( $P_{\text{общ}}$ , т км) розраховують через відстані між регіональними складами й центральним складом, вимірними за “повітряною” лінією і скоригованими за допомогою коефіцієнта непрямолінійності дорожньої мережі.

Із метою перевірки точності попереднього визначення пункту дислокації центрального складу проводять пробне “переміщення” центрального складу в точки, розташовані в найближчих околицях попередньо визначеного пункту й віддалені від нього на відстань до 1 км у різних напрямках дороги, на якій він розташований.

Для всіх пунктів дислокації центрального складу треба визначити обсяги транспортної роботи з доставки вантажів і суму відстаней доставки до всіх регіональних складів. При проведенні цих розрахунків відстані заміряють безпосередньо за схемою регіону з урахуванням масштабу. Потім на підставі вимірювань роблять висновок про остаточний вибір пункту дислокації центрального складу.

Точність визначення коефіцієнта непрямолінійності дорожньої мережі розраховують як відносну різницю між обсягами транспортної роботи, підрахованими за допомогою коефіцієнта непрямолінійності дорожньої мережі й заміряними за схемою регіону. За базу порівняння приймають останню величину.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7. ПОРІВНЯННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МАЯТНИКОВИХ І РОЗВІЗНИХ МАРШРУТІВ

**Мета роботи** – визначити порівняльні вартісні показники двох варіантів схем доставки вантажів: при використанні маятникових і розвізних маршрутів.

### **Завдання:**

1. Розрахувати щільність дислокації пунктів завезення вантажів і середній розмір партії вантажу.
2. Розрахувати прогнозне значення величини середньої відстані пробігу автомобілів між суміжними пунктами на розвізному маршруті для заданого району перевезень.
3. Розрахувати значення допоміжних величин для розрахунків собівартості перевезень.

4. Розрахувати середню відстань доставки вантажів при різному видаленні розподільчого центра від центру ваги району обслуговування.

5. Визначити оптимальну кількість пунктів заїзду на розвізних маршрутах.

6. Скоригувати кількість пунктів заїзду на розвізних маршрутах з урахуванням технологічних обмежень і технічних характеристик автомобілів.

7. Розрахувати співвідношення собівартостей доставки вантажів розвізними й маятниковими маршрутами.

8. Побудувати графік зміни коефіцієнта відносної ефективності розвізних маршрутів залежно від віддалення розподільчого центра від центру ваги району обслуговування.

9. Зробити висновки до роботи.

Вихідні дані до завдання визначають за табл. 7.1 (за передостанньою цифрою номеру варіанта) і 7.2 (за останньою цифрою номера варіанта). Залежно від зміни складових собівартості автомобільних перевезень від вантажопідйомності автомобіля визначають за табл. Б.1 додатку Б.

**Таблиця 7.1 – Характеристика району обслуговування**

Параметр	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Площа району ( $F$ ), км <sup>2</sup>	100	90	80	85	95	105	120	135	140	150
Кількість пунктів ( $N$ )	40	20	20	25	35	45	50	25	30	35

**Таблиця 7.2 – Характеристика вантажів**

Параметр	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Добове споживання ( $Q_{\text{сут}}$ ), т	40	30	60	35	36	42	36	25	28	32
Коефіцієнт використання вантажопідйомності ( $\gamma$ )	1,0	0,95	0,91	0,81	0,80	0,88	0,96	1,0	0,90	0,75

### Вказівки до виконання

Щільність дислокації пунктів завезення ( $\lambda_d$ ) визначають як відношення кількості пунктів завезення до загальної площі району обслуговування за формулою:

$$\lambda_d = \frac{N}{F}. \quad (7.1)$$

Середній розмір партії вантажу ( $g$ , т) розраховують виходячи з умови щодобового завезення вантажу споживачам без дроблення партії вантажу за формулою:

$$g = \frac{Q_{\text{доб}}}{N}. \quad (7.2)$$

Середній пробіг автомобілів між суміжними пунктами заїзду на маршруті ( $l_{(i-1)-i}$ , км) визначають з припущення про рівномірний розподіл пунктів території району обслуговування за формулою:

$$l_{(i-1)-i} = 0,76\sqrt{\lambda_d^{-1}}. \quad (7.3)$$

Порівняння ефективності маятникових і розвізних маршрутів проводять за собівартістю перевезення однієї тонни вантажу. При цьому кінцевим вимірником ефективності є відношення собівартостей перевезень (коефіцієнт відносної ефективності). Для розрахунку цього коефіцієнта необхідно визначити низку допоміжних величин, що характеризують умови перевезень і транспортні характеристики вантажів і розраховуються за формулами, наведеними в додатку В.

Для розрахунку середньої відстані доставки вантажів треба на схемі району обслуговування визначити п'ять точок для безпосереднього вимірювання відстаней. Район обслуговування має форму кола. Вимірювання повинні бути зроблені для шести варіантів місця розташування розподільчого центру, що характеризуються різним його віддаленням від центру району обслуговування – від 0 до 5 радіусів району обслуговування з однаковим кроком.

Точки виміру в кількості 5 одиниць розташовують через рівні проміжки на дузі, що має центром центр ваги району обслуговування, радіус якої дорівнює середньозваженій відстані доставки у випадку, коли розподільчий центр розташовується точно в центрі ваги району обслуговування.

Оптимальну кількість пунктів заїзду на розвізному маршруті ( $m$ ) розраховують з вимоги мінімальної собівартості доставки вантажу за формулою:

$$m = \sqrt{\frac{l_i + A_{np} - 0,5 \cdot l_{(i-1)-i}}{R_y}}, \quad (7.4)$$

де  $l_i$  – середня відстань доставки вантажів, км.

Розрахована кількість пунктів заїзду повинна бути перевірена на дотримання технологічних обмежень і відповідність технічним характеристикам автомобілів і відповідним чином скоригована.

Необхідно врахувати обмежену вантажопідйомність автомобіля ( $q_{\max}$ , т), що дорівнює 8 т, а також максимально припустимий час обороту автомобіля на маршруті, що не може бути більше часу на маршруті ( $T_m$ , год.), що, у свою чергу, за умовою дорівнює 8 год. Крім того, кількість пунктів заїзду повинна бути цілим числом. У подальших розрахунках треба використати скориговане значення кількості пунктів заїзду ( $n$ ).

Відношення собівартостей перевезень доставки вантажів розвізними й маятниковими маршрутами ( $S_p / S_m$ ) визначається коефіцієнтом відносної ефективності розвізних маршрутів ( $\delta$ ) за формулою:

$$\delta = 1 - \frac{(n-1)(m^2 - n)}{n[1 + m^2(1 + \psi) + \theta]}. \quad (7.5)$$

Графік зміни коефіцієнта відносної ефективності будують за шістьма точками, що відповідають різним варіантам місця розташування розподільчого центра, у порядку зростання його віддалення від центру ваги району перевезень.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8.

### РОЗРАХУНОК СУМАРНИХ ЗАПАСІВ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

**Мета роботи** – визначити запаси продукції в каналах розподілу різної структури при використанні системи з фіксованою періодичністю поставок.

#### **Завдання:**

1. Розрахувати характеристики попиту на заданому сегменті ринку споживчих товарів у цілому.
2. Визначити розмір замовлення й періодичність поставок вантажу в регіональні склади для заданої кількості за трьома варіантами (5, 10 й 15 регіональних складів відповідно).
3. Розрахувати варіювання попиту на регіональних складах для заданої їхньої кількості.
4. Визначити оптимальні величини страхових запасів на регіональних складах і на розподільчому центрі, а також сумарні страхові запаси в логістичній системі.
5. Розрахувати поточний сумарний обсяг запасів у логістичній системі на одну добу.
6. Зробити висновки до роботи.

Вихідні дані до завдання визначають за табл. 8.1 (за передостанньою цифрою номеру варіанта) і 8.2 (за останньою цифрою номеру варіанта). Табличні значення стандартизованого відхилення інтегральної функції нормального закону розподілу наведені в табл. Г.1 додатку Г.

**Таблиця 8.1 – Параметри попиту**

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Добовий попит ( $Q_{\text{ср}}$ ), т/доб	30	45	37,5	27,0	24,0	33,0	28,5	43,5	36,0	39,0
Мінімальний попит ( $Q_{\text{мін}}$ ), т/доб	24	40,0	30,0	22,0	15,0	25,0	20,0	33,5	30,0	30,0

**Таблиця 8.2 – Характеристика вантажу**

Показник	Номер варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вартість зберігання одиниці вантажу на складі ( $C_{\text{хр}}$ ), грн/т·доб	4,0	3,5	3,0	5,0	4,5	4,0	4,7	3,1	5,5	5,2
Ціна одиниці вантажу ( $Ц_{\text{т}}$ ), грн/т	150	180	220	300	280	175	215	190	200	185
Норма прибутку ( $H_{\text{п}}$ ), %	15	12	10	14	13	17	18	11	20	19

#### **Вказівки до виконання**

Характеристики попиту в сегменті ринку опосередковано (через мережу заявки регіональних складів) формують сумарний попит на розподільному центрі. У цьому завданні слід прийняти, що попит на розподільному центрі описується нормальним законом розподілу. Виходячи з цього, можна

розрахувати наступні характеристики попиту:

- максимальний попит ( $Q_{\text{макс}}$ , т/доб) – за формулою:

$$Q_{\text{макс}} = 2 \cdot Q_{\text{ср}} - Q_{\text{мин}}, \quad (8.1)$$

- середньоквадратическое відхилення попиту ( $\sigma$ , т/доб) – за формулою:

$$\sigma = (Q_{\text{макс}} - Q_{\text{мин}}) / 6 \quad (8.2)$$

Розмір замовлення одного регіонального складу визначають виходячи з добового попиту в сегменті ринку, кількості регіональних складів. При цьому слід враховувати, що в логістичній системі прийнята стратегія з постійною періодичністю поповнення запасів, що встановлена рівною 1 добі. Як припущення необхідно також прийняти, що масштаби діяльності регіональних складів однакові, і як наслідок, кількісні характеристики попиту в них рівні.

Виходячи з наведених міркувань, добовий попит на регіональному складі ( $Q_p$ , т/доб) можна знайти за формулою:

$$Q_p = \frac{Q_{\text{доб}}}{n_p}, \quad (8.3)$$

де  $n_p$  – кількість регіональних складів, од.

Із тих же міркувань середньоквадратичне відхилення попиту на регіональному складі ( $\sigma_p$ , т/доб) можна визначити за формулою:

$$\sigma_p = \frac{\sigma}{\sqrt{n_p}}. \quad (8.4)$$

Величину страхового запасу на регіональному складі ( $R_c$ , т) визначають, виходячи з припущення про розподіл добового попиту за рівномірним законом за формулою

$$R_c = (0,5 - p_d)(Q'_{\text{макс}} - Q'_{\text{хв}}), \quad (8.5)$$

де  $p_d$  – ймовірність дефіциту;

$Q'_{\text{макс}}$  – максимальний попит на регіональному складі, т/доб;

$Q'_{\text{хв}}$  – мінімальний попит на регіональному складі, т/доб.

Розмах варіювання попиту на регіональному складі ( $Q'_{\text{макс}} - Q'_{\text{хв}}$ ) може визначатися за формулою:

$$Q'_{\text{макс}} - Q'_{\text{мин}} = \sqrt{12} \cdot \sigma_p. \quad (8.6)$$

Імовірність дефіциту розраховують за формулою:

$$p_d = \frac{C_{\text{хр}}}{C_{\text{хр}} + C_d}, \quad (8.7)$$

де  $C_{\text{хр}}$  – вартість зберігання одиниці вантажу на складі, грн/т·доб;

$C_d$  – витрати дефіциту одиниці вантажу на складі, грн/т·доб.

Витрати дефіциту вантажу на складі в цьому завданні приймають рівними втраченим прибуткам логістичної системи, що визначаються за формулою:

$$C_d = 0,01 C_T H_{\Pi} \quad (8.8)$$

На розподільчому центрі внаслідок додавання заявок регіональних складів закон розподілу попиту стає нормальним. У цьому разі розмір страхового запасу розраховують за формулою:



$$R_c = t_{\beta} \sigma_p. \quad (8.9)$$

Сумарні запаси логістичної системи визначають виходячи з установленної періодичності поповнення запасів на розподільному центрі, рівної 1 добі.

### СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Смехов А.А. Введение в логистику. – М.: Транспорт, 1993. – 112 с.
2. Неруш Ю. М. Коммерческая логистика: Учебник для вузов. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 271 с.
3. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник / А. М. Гаджинский, – 20-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2012. – 484 с.
4. Котлер Ф. Основы маркетинга: Пер. с англ./ Общ. ред. Е.М. Пеньковой. – М.: Изд-во Вильямс, 2007. – 656 с.
5. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с
6. Рынок и логистика / Под ред. М.П. Гордона, – М.: Экономика, 1993. – 124 с.
7. Прейскурант № 13-01-02. Тарифы на перевозку грузов и другие услуги, выполняемые автомобильным транспортом. – К.: Госкомцен, 1989. – 26 с.
8. Галушко В.Г. Случайные процессы и их применение на автотранспорте. – К.: Вища шк., 1976. – 232 с.
9. Шеннон Р. Имитационное моделирование – искусство и наука. – М: Мир, 1978. – 420 с.
10. Венецкий И.Р., Венецкая И.В. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе: Справочник. – М.: Статистика, 1979. – 277 с.

## ДОДАТОК А

Таблиця А. 1 – Таблиця випадкових чисел (номер рядка - у першому стовпці)

1	0,5489	0,5583	0,3156	0,0835	0,1988	0,3912	0,0938	0,7460	0,0869	0,4420
2	0,3522	0,0935	0,7877	0,5665	0,7020	0,9555	0,7379	0,7124	0,7878	0,5544
3	0,7555	0,7579	0,2550	0,2487	0,9477	0,0864	0,2349	0,1012	0,8250	0,2633
4	0,5759	0,3554	0,5080	0,9074	0,7001	0,6249	0,3224	0,6368	0,9102	0,2672
5	0,6303	0,6895	0,3371	0,3196	0,7231	0,2918	0,7380	0,0438	0,7547	0,2644
6	0,7351	0,5634	0,5323	0,2623	0,7803	0,8374	0,2191	0,0464	0,0696	0,9529
7	0,7068	0,7803	0,8832	0,5119	0,6350	0,0120	0,5026	0,3684	0,5657	0,0304
8	0,3613	0,1428	0,1796	0,8447	0,0503	0,5654	0,3254	0,7336	0,9536	0,1944
9	0,5143	0,4534	0,2105	0,0368	0,7890	0,2473	0,4240	0,8652	0,9435	0,1422
10	0,9815	0,5144	0,7649	0,8638	0,6137	0,8070	0,5345	0,4865	0,2456	0,5708
11	0,5780	0,1277	0,6316	0,1013	0,2867	0,9938	0,3930	0,3203	0,5695	0,1769
12	0,1187	0,0951	0,5991	0,5245	0,5700	0,5564	0,7352	0,0891	0,2649	0,6568
13	0,4184	0,2179	0,4554	0,9083	0,2254	0,2435	0,2965	0,5154	0,1209	0,7069
14	0,2916	0,2972	0,9885	0,0275	0,0144	0,8034	0,8122	0,3213	0,7666	0,0230
15	0,5524	0,1341	0,9860	0,6565	0,9881	0,9842	0,0171	0,2284	0,2707	0,3008
16	0,0146	0,5291	0,2354	0,5694	0,0377	0,5336	0,6460	0,9585	0,3415	0,2358
17	0,4920	0,2826	0,5238	0,5402	0,7937	0,1993	0,4332	0,2327	0,6875	0,5230
18	0,7978	0,1947	0,6380	0,3425	0,7267	0,7285	0,1130	0,7722	0,0164	0,8573
19	0,7453	0,0653	0,3645	0,7497	0,5969	0,8682	0,4191	0,2976	0,0361	0,9334
20	0,1473	0,6938	0,4899	0,5348	0,1641	0,3652	0,0852	0,5296	0,4538	0,4456
21	0,8162	0,8797	0,8000	0,4707	0,1880	0,9660	0,8446	0,1883	0,9768	0,0881
22	0,5645	0,4219	0,0807	0,3301	0,4279	0,4168	0,4305	0,9937	0,3120	0,5547
23	0,2042	0,1192	0,1175	0,8851	0,6432	0,4635	0,5757	0,6656	0,1660	0,5389
24	0,5470	0,7702	0,6958	0,9080	0,5925	0,8519	0,0127	0,9233	0,2452	0,7341
25	0,4045	0,1730	0,6005	0,1704	0,0345	0,3275	0,4738	0,4862	0,2556	0,8333
26	0,5880	0,1257	0,6163	0,4439	0,7276	0,6353	0,6912	0,0731	0,9033	0,5294
27	0,9083	0,4260	0,5277	0,4998	0,4298	0,5204	0,3965	0,4028	0,8936	0,5148
28	0,1762	0,8713	0,1189	0,1090	0,8989	0,7273	0,3213	0,1935	0,9321	0,4820
29	0,2023	0,2589	0,1740	0,0424	0,8924	0,0005	0,1969	0,1636	0,7237	0,1227
30	0,7965	0,3855	0,4765	0,0703	0,1678	0,0841	0,7543	0,0308	0,9732	0,1289
31	0,7690	0,0480	0,8098	0,9629	0,4819	0,7219	0,7241	0,5128	0,3853	0,1921
32	0,9292	0,0426	0,9573	0,4903	0,5916	0,6576	0,8368	0,3270	0,6641	0,0033
33	0,0867	0,1656	0,7016	0,4220	0,2533	0,6345	0,8227	0,1904	0,5138	0,2537
34	0,0505	0,2127	0,8255	0,5276	0,2233	0,3956	0,4118	0,8199	0,6380	0,6340
35	0,6295	0,9795	0,1112	0,5761	0,2575	0,6837	0,3336	0,9322	0,7403	0,8345
36	0,6323	0,2615	0,3410	0,3365	0,1117	0,2417	0,3176	0,2434	0,5240	0,5455
37	0,8672	0,8536	0,2966	0,5773	0,5412	0,8114	0,0930	0,4697	0,6919	0,4569
38	0,1422	0,5507	0,7596	0,0670	0,3013	0,1351	0,3886	0,3268	0,9469	0,2584
39	0,2653	0,1472	0,5113	0,5735	0,1469	0,9545	0,9331	0,5303	0,9914	0,6394
40	0,0438	0,4376	0,3328	0,8649	0,8327	0,0110	0,4549	0,7955	0,5275	0,2890
41	0,2851	0,2157	0,0047	0,7085	0,1129	0,0460	0,6821	0,8323	0,2572	0,8962
42	0,7962	0,2753	0,3077	0,8718	0,7418	0,8004	0,1425	0,3706	0,8822	0,1494
43	0,3837	0,4098	0,0220	0,1217	0,4732	0,0150	0,1637	0,1097	0,1040	0,7372
44	0,8542	0,4126	0,9274	0,2251	0,0607	0,4301	0,8730	0,7690	0,6235	0,3477
45	0,0139	0,0765	0,8039	0,9484	0,2577	0,7859	0,1976	0,0623	0,1418	0,6685
46	0,6687	0,1943	0,4307	0,0579	0,8171	0,8224	0,8641	0,7034	0,3595	0,3875
47	0,6242	0,5582	0,5872	0,3197	0,4919	0,2792	0,5991	0,4058	0,9769	0,1918
48	0,6859	0,9606	0,0522	0,4993	0,0345	0,8958	0,1289	0,8825	0,6941	0,7685
49	0,6590	0,1932	0,6043	0,3623	0,1973	0,4112	0,1795	0,8465	0,2110	0,8045
50	0,3482	0,0478	0,0221	0,6738	0,7323	0,5643	0,4767	0,0106	0,2272	0,9862

## ДОДАТОК Б

**Таблиця Б.1 – Коефіцієнти регресійних моделей складових собівартості автомобільних перевезень**

Складова собівартості перевезень	Коефіцієнт регресійної моделі	Тип кузова автомобіля	
		бортовий	фургон
Змінна, (C <sub>пер</sub> )	a <sub>пер</sub> , грн./км	0,050	0,175
	b <sub>пер</sub> , грн./т·км	0,040	0,090
	a <sub>ткм</sub> , грн./т·км	0,020	0,020
Постійна, (C <sub>пост</sub> )	a <sub>пост</sub> , грн./год.	0,100	0,200
	b <sub>пост</sub> , грн./т·год.	0,250	0,400
Пов'язана з пробігом *, (C <sub>км</sub> )	a <sub>км</sub> , грн./км	0,054	0,183
	b <sub>км</sub> , грн./т·км	0,050	0,126

## ДОДАТОК В

Формули розрахунку допоміжних величин для порівняння ефективності маятникових і розвізних маршрутів:

<b>(B.1)</b> $A_{\text{км}} = a_{\text{пер}} + \frac{a_{\text{пост}}}{V_{\text{т}}}$	<b>(B.2)</b> $B_{\text{км}} = b_{\text{пер}} + \frac{b_{\text{пост}}}{V_{\text{т}}}$	<b>(B.3)</b> $A_{\text{пр}} = \frac{a_{\text{пост}} \cdot t_{\text{д}}}{2A_{\text{км}}}$	<b>(B.4)</b> $B_{\text{пр}} = \frac{b_{\text{пост}} \cdot t_{\text{д}}}{2A_{\text{км}}}$
<b>(B.5)</b> $K_{\text{а}} = \frac{a_{\text{пост}}}{2A_{\text{км}}}$	<b>(B.6)</b> $K_{\text{б}} = \frac{b_{\text{пост}}}{2A_{\text{км}}}$	<b>(B.7)</b> $K_{\text{км}} = \frac{B_{\text{км}}}{2A_{\text{км}}}$	<b>(B.8)</b> $K_{\text{ткм}} = \frac{a_{\text{ткм}}}{2A_{\text{км}}}$
<b>(B.9)</b> $\psi = \frac{2g \cdot K_{\text{км}}}{\gamma}$	<b>(B. 10)</b> $R_y = \frac{g}{\gamma} [l_{(i-1)-i} \cdot (K_{\text{ткм}} \cdot \gamma + K_{\text{км}}) + g \cdot \tau_{\text{п-р}} K_{\text{б}} + B_{\text{пр}}]$		
<b>(B. 11)</b> $u = \frac{A_{\text{пр}} + 0,5 \cdot l_{(i-1)-i}}{R_y} + \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{B_{\text{пр}} + \gamma \cdot \tau_{\text{п-р}} K_{\text{а}} - 2 \cdot A_{\text{пр}} (K_{\text{ткм}} \gamma + K_{\text{км}})}{R_y}$			

## ДОДАТОК Г

**Таблиця Г. 1 – Чисельні значення стандартизованого відхилення інтегральної функції нормального закону розподілу (tβ) залежно від рівня довірчої ймовірності (Рд)**

Рд	0,200	0,500	0,800	0,900	0,950	0,980	0,990	0,999
tβ	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

\* Параметри регресійної моделі розраховані для значення технічної швидкості автомобіля V<sub>t</sub> = 25 км/год.

*Навчальне видання*

Методичні вказівки  
до самостійної роботи та проведення практичних занять  
з дисципліни

**«Функціональна логістика»**

(для студентів 3, 4 курсів денної і 3 курсу заочної форм навчання  
за напрямом підготовки 6.030601 «Менеджмент»  
спеціальності «Логістика»)

Укладач **КУШ Євген Іванович**

Відповідальний за випуск *В. К. Доля*

Редактор *К. В. Дюкар*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2011, поз. 511 М

---

Підп. до друку 19.01.2012 р.

Формат 60×84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 1,6

Тираж 50 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.